

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 11/00

G 0 1 C 11/00

15/06

15/06

T

審査請求 未請求 請求項の数15 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-352856

(22) 出願日 平成8年(1996)12月13日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 金子 敦美

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 中山 利宏

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 木田 敦

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

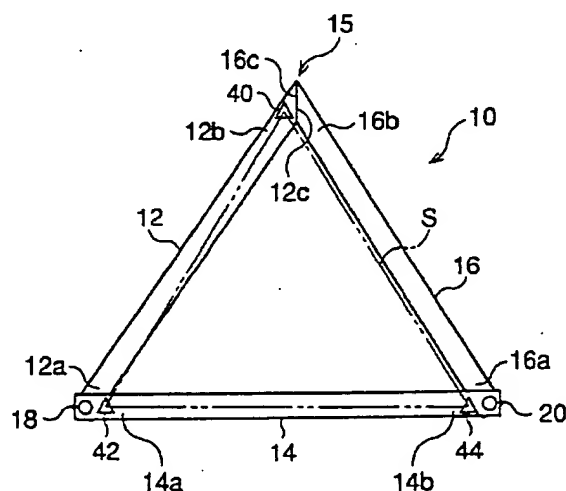
(74) 代理人 弁理士 松浦 孝

(54) 【発明の名称】 写真測量用ターゲット

(57) 【要約】

【課題】 組立が簡単、かつ運搬が容易な写真測量用ターゲットを得る。

【解決手段】 ターゲット10は3本の辺部材12、14、16を有している。辺部材12、16は端部12a、16aにおいて、辺部材14が上に重なるように、ヒンジ18、20によりそれぞれ回動可能に連結される。辺部材12の端面12cには凸部が設けられる。辺部材16の端面16cにはこの凸部に嵌合可能な孔が設けられる。ターゲット10には基準点識別部材40、42、44が設けられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録画像に基づいて任意の原点に対する被写体の座標を求める写真測量に用いられる写真測量用ターゲットであって、

折り畳み可能に連結された複数のターゲット要素を備え、

これらのターゲット要素を広げた状態において、前記ターゲット要素に設けられた少なくとも3個の基準点が同一平面上に位置し、これらの基準点を結んで一定の基準形状が形成されることを特徴とする写真測量用ターゲット。

【請求項2】 前記ターゲット要素を連結するための連結部材を備えたことを特徴とする請求項1に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項3】 前記基準形状が正多角形であることを特徴とする請求項1に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項4】 前記基準形状が正三角形であることを特徴とする請求項3に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項5】 前記ターゲット要素が棒材であり、前記連結部材がこの棒材の端部に設けられたヒンジであること

を特徴とする請求項2に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項6】 3本の前記棒材を三辺とする三角形が形成され、この三角形の2つの頂点に、前記ヒンジがそれぞれ設けられることを特徴とする請求項5に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項7】 前記ヒンジが設けられていない頂点を形成する2つの前記棒材の端部の一方に凹部が設けられ、もう一方の前記棒材の端部にこの凹部に嵌合する凸部が設けられることを特徴とする請求項6に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項8】 2本の長棒材を二辺とし、この長棒材より短い2本の短棒材を連結して一辺とする三角形が形成され、前記4本の棒材の端部に、前記棒材を回動可能にする前記ヒンジがそれぞれ設けられることを特徴とする請求項5に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項9】 前記2本の短棒材を連結する前記ヒンジの近傍に、前記2本の短棒材を一体的に固定するための固定部材が設けられることを特徴とする請求項8に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項10】 記録画像に基づいて被写体の座標を求める写真測量に用いられる写真測量用ターゲットであって、

結合部材と、この結合部材に対して着脱可能であり、前記結合部材に一体的に連結する複数のターゲット要素とを備え、

前記ターゲット要素を前記結合部材に結合した状態において、前記ターゲット要素に設けられた少なくとも3個の基準点

量用ターゲット。

【請求項11】 前記ターゲット要素が棒部材であり、前記結合部材が前記棒部材の端部に嵌合可能な溝部を有することを特徴とする請求項10に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項12】 前記結合部材が円板であり、前記溝部が外周面から径方向に穿設されることを特徴とする請求項10に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項13】 前記溝部が前記円板の中心に対して90度毎に設けられることを特徴とする請求項11に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項14】 前記溝部が少なくとも3つ設けられることを特徴とする請求項13に記載の写真測量用ターゲット。

【請求項15】 前記基準形状が二等辺三角形であることを特徴とする請求項14に記載の写真測量用ターゲット。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば写真測量において、撮影時に長さや角度の基準として用いられる写真測量用ターゲットに関する。

【0002】

【従来の技術】従来交通事故調査などで行なわれる写真測量において、例えば被写体は銀塩フィルムを用いたカメラ、あるいは電子スチルカメラにより撮影され、記録画像における被写体の2次元座標から、演算により被写体の3次元座標が得られる。

【0003】このような写真測量においては、現場に例えば紐や現地で調整する構造物を設置し、これら紐や構造物を含めて被写体の撮影が行なわれる。そして実際の座標を算出する際には、紐や構造物により形成される基準形状に基づいて演算が行なわれ、得られた座標値に基づいて作図される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、基準形状を決定するためには、測量機などで測定しながら設定したり、形状を決定する必要があった。その結果撮影に時間がかかり、また運搬のために大きさに限界があった。

【0005】以上のことに鑑み、本発明は組立が簡単、かつ運搬が容易な写真測量用ターゲットを提供することが目的である。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明による写真測量用ターゲットは、記録画像に基づいて被写体の座標を求める写真測量に用いられる写真測量用ターゲットであって、折り畳み可能に連結された複数のターゲット要素を備え、これらのターゲット要素を広げた状態において、ターゲット要素に設けられた少なくとも3個の基準点が同一平面上に位置し、これらの基準点を結んで一定の基準

準形状が形成されることを特徴としている。

【0007】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、ターゲット要素を連結するための連結部材を備える。

【0008】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、基準形状が正多角形であり、さらに好ましくは正三角形である。

【0009】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、ターゲット要素が棒材であり、連結部材がこの棒材の端部に設けられたヒンジである。さらに好ましくは、3本の棒材を三辺とする三角形が形成され、この三角形の2つの頂点に、ヒンジがそれぞれ設けられる。またさらに好ましくは、ヒンジが設けられていない頂点を形成する2つの棒材の端部の一方に凹部が設けられ、もう一方の棒材の端部にこの凹部に嵌合する凸部が設けられる。

【0010】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、2本の長棒材を二辺とし、この長棒材より短い2本の短棒材を連結して一辺とする三角形が形成され、4本の棒材の端部に、棒材を回動可能にするヒンジがそれぞれ設けられる。さらに好ましくは、2本の短棒材を連結するヒンジの近傍に、2本の短棒材を一体的に固定するための固定部材が設けられる。

【0011】また、本発明による写真測量用ターゲットは、記録画像に基づいて被写体の座標を求める写真測量に用いられる写真測量用ターゲットであって、結合部材と、この結合部材に対して着脱可能であり、結合部材に一体的に連結する複数のターゲット要素とを備え、ターゲット要素を結合部材に結合した状態において、ターゲット要素に設けられた少なくとも3個の基準点が同一平面上に位置し、これらの基準点を結んで一定の基準形状が形成されることを特徴としている。

【0012】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、ターゲット要素が棒部材であり、結合部材が棒部材の端部に嵌合可能な溝部を有する。

【0013】写真測量用ターゲットにおいて、好ましくは、結合部材が円板であり、溝部が外周面から径方向に穿設される。さらに好ましくは、溝部が円板の中心に対して90度毎に設けられる。またさらに好ましくは、基準形状が二等辺三角形である。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明による写真測量用ターゲットの実施形態について添付図面を参照して説明する。なお、本実施形態に用いられるカメラは撮像素子を用いた電子スチルカメラであり、撮像された画像は、記録媒体に電氣的あるいは磁氣的に記録されるものとする。また、各実施形態において、対応する構成については同符号で示している。

【0015】図1は、本発明の実施形態であるターゲッ

ト10と、被写体である立方体102と、カメラ100との位置関係を示す図である。カメラ100は立方体102とターゲット10が両方写るように2方向から撮影される。第1及び第2のカメラ位置は、それぞれ撮影レンズの主点位置M1、M2で示され、光軸方向はそれぞれO1、O2（図中、2点破線で示される）で示される。なお、第1のカメラ位置M1は実線で示され、第2のカメラ位置M2は破線で示される。

【0016】ターゲット10は、後述するように、正三角形の頂点に位置する3つの基準点P1、P2、P3を有し、これらの基準点P1、P2、P3によって定義される形状（図中、ハッチングで示される）を本明細書では基準形状と呼ぶ。本実施形態では、基準形状を長さLの正三角形とする。

【0017】図2(a)、図2(b)は2つのカメラ位置M1、M2からそれぞれ撮影されたときの画像である。図2(a)で示す画像1において、撮像中心c1を原点とする2次元直交座標系である第1の写真座標系( $x_1, y_1$ )が画像上に設定される。この第1の写真座標系における基準点P1の像点はp11( $p_{x11}, p_{y11}$ )で示される。同様に基準点P2、P3はそれぞれ像点p12( $p_{x12}, p_{y12}$ )、p13( $p_{x13}, p_{y13}$ )と対応する。図2(b)の画像2においても、第2の写真座標系( $x_2, y_2$ )における基準点P1～P3の像点は、それぞれp21( $p_{x21}, p_{y21}$ )、p22( $p_{x22}, p_{y22}$ )、p23( $p_{x23}, p_{y23}$ )で示される。

【0018】図3は、カメラと2枚の画像、およびターゲットとの位置関係を3次元的に示す図である。図2に示された2枚の画像から立方体の3次元座標を求めるためには、ある3次元の基準座標系を設定し、この基準座標系における2枚の画像の位置を定めることが必要である。第1のカメラ位置M1を原点とし、光軸O1方向をZ軸とする右手系の3次元直交座標系(X、Y、Z)を基準座標系と定め、第2のカメラ位置M2の位置をこの基準座標系で表す。即ち第2のカメラ位置M2は、第1のカメラ位置に対する変位量( $X_o, Y_o, Z_o$ )、および光軸O1に対する回転角( $\alpha, \beta, \gamma$ )で示される。

【0019】基準座標系における基準点P*i* ( $i = 1 \sim 3$ )の3次元座標( $PX_i, PY_i, PZ_i$ )は、例えば基準点とその像点と撮影レンズの主点位置とが一直線上にあることを利用した共線方程式((1)式)を用いて求められる。なお、(1)式におけるCは主点距離、即ち焦点距離であり、2枚の画像において同一であることとする。図3において、主点距離Cは、撮影レンズの主点位置M1と撮像中心c1との距離、あるいは撮影レンズの主点位置M2と撮像中心c2との距離である。

【0020】

【数1】

$$\left. \begin{aligned} PX_j &= (PZ_j - Z_o) \frac{a_{11} px_{ij} + a_{21} py_{ij} - a_{31} C}{a_{13} px_{ij} + a_{23} py_{ij} - a_{33} C} + X_o \\ PY_j &= (PZ_j - Z_o) \frac{a_{12} px_{ij} + a_{22} py_{ij} - a_{32} C}{a_{13} px_{ij} + a_{23} py_{ij} - a_{33} C} + Y_o \end{aligned} \right\} (1)$$

$$(i = 1 \sim 2, j = 1 \sim 3)$$

$$a_{11} = \cos \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{12} = -\cos \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{13} = \sin \beta$$

$$a_{21} = \cos \alpha \cdot \sin \gamma + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma$$

$$a_{22} = \cos \alpha \cdot \cos \gamma - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{23} = -\sin \alpha \cdot \cos \beta$$

$$a_{31} = \sin \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma$$

$$a_{32} = \sin \alpha \cdot \cos \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma$$

$$a_{33} = \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

【0021】図5のフローチャートに沿って2枚の画像から平面図を得るステップを説明する。これらのステップは、例えば外部のコンピュータ（図示しない）により行なわれる。

【0022】まず処理がスタートすると、ステップS102で(1)式における未知変数、即ち基準座標系における第2のカメラ位置( $X_o, Y_o, Z_o$ )、および光軸O2の光軸O1、即ちZ軸に対する回転角( $\alpha, \beta, \gamma$ )は0でない適当な数値が与えられる。ステップS104では、前述したように基準点P1の2枚の画像における像点 $p_{11}, p_{21}$ がペアに指定され、それぞれの写真座標系で表される(図2参照)。基準点P2、P3についても同様に像点のペア $p_{12}$ と $p_{22}$ 、 $p_{13}$ と $p_{23}$ が指定される。

【0023】次にステップS106において、初期値を1とする変数 $k$ が与えられる。ステップS108では、2枚の画像に共通して写る任意の物点、例えば図1に示す立方体の頂点 $Q_k$  ( $k=1$ )を決定する。そして物点 $Q_1$ の画像1(図2(a)参照)における像点を $q_{11}$ 、画像2(図2(b)参照)における像点を $q_{21}$ とし、この2点をペアに指定する。

【0024】ステップS110において、(1)式の共線方程式を例えば逐次近似解法などの手法を用いて解き、基準点 $P_i$  ( $i=1 \sim 3$ )の3次元座標( $PX_i, PY_i, PZ_i$ )、および物点 $Q_1$ の3次元座標( $QX_1, QY_1, QZ_1$ )を求める。逐次近似解法とは、前述の共線方程式において未知変数 $X_o, Y_o, Z_o, \alpha, \beta, \gamma$ に初期値を与え、この初期値の周りにテーラ一展開して線形化し、最小二乗法により未知変数の補正量を求める手法である。この演算により未知変数のより誤差の少ない近似値が求められる。

【0025】上述のように基準座標系における基準点 $P_i$  ( $i=1 \sim 3$ )の3次元座標( $PX_i, PY_i, PZ_i$ )は、2つの写真座標 $p_{li}$  ( $px_{li}, py_{li}$ )、 $p_{2i}$  ( $px_{2i}, py_{2i}$ )から変換されると同時に、 $X_o, Y_o, Z_o, \alpha, \beta, \gamma$ の近似値が求められる。また物点 $Q_1$ も、2つの写真座標 $q_{11}$  ( $qx_{11}, qy_{11}$ )、 $q_{21}$  ( $qx_{21}, qy_{21}$ )から、3次元の基準座標( $QX_1, QY_1, QZ_1$ )に変換される。

【0026】ステップS112では、座標値による距離を実際の距離に補正するための補正倍率 $m$ を求める。この演算には既知の長さ、例えば基準点P1とP2との距離が用いられる。P1とP2の実際の距離はターゲット10の一辺の長さ $L$ であることから、基準座標系( $X, Y, Z$ )におけるP1とP2の距離 $L'$  (図3参照)と $L$ の間には次の関係式が成り立つ。

【0027】 $L = L' \times m$  ( $m$ : 補正倍率)

【0028】ステップS114では、上式で求められた

補正倍率 $m$ を用いて実際の長さにスケールされる。

【0029】ステップS116では、図4に示すようにP1とP2を結ぶ直線をX軸とし、基準形状を含む平面P'sをX-Z平面とする3次元座標系(X', Y', Z')が設定され、基準点P1を原点として基準点P2、P3、および物点Q1が基準座標系から座標変換される。なお、原点は基準形状を含む面内であれば、任意の点でも構わない。この座標変換は、例えばベクトル変換などを用いて行なわれる。

【0030】ステップS118では図示しないモニタなどに、例えばX-Z平面図として基準点P1~P3とともに物点Q1が図示される。なお、特にX-Z平面図に限定されることはなく、X-Y平面図あるいは立体斜視図でもよい。

【0031】ステップS120ではペア指定を継続するか否か、即ちさらに別の物点の3次元座標を求めるか否かを判定する。ペア指定を継続しない場合は処理が終了する。さらにペア指定を行なう場合はステップS122においてkが1つカウントされ、ステップS108から再実行される。

【0032】このように任意の物点Qkの数、即ちkの回数分だけステップS108からステップS122まで繰り返し行なわれ、2枚の画像から、基準点P1~P3によって形成される基準平面P'sを基に作図される。なお物点Qkの数kは、Xo、Yo、Zo、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ を誤差の少ない値に近似するために2つ以上（基準点の3点と合わせて5点以上）であることが好ましい。

【0033】図6は第1実施形態である写真測量用ターゲットを上から見た図である。ターゲット10はターゲット要素である辺部材12、14、16を備える。辺部材12、14、16は例えば長方形断面の木材であり、3つの辺部材の長さはほぼ同じである。材質は木材に限定されず加工しやすいアクリル樹脂などでもよい。

【0034】図6に示す組み立て状態において、辺部材14の端部14a、14bは辺部材12、16の端部12a、16aの上にそれぞれ重ねられ三角形を形成する。辺部材12と辺部材14は、各々の端部12a、14aに中間連結部材であるヒンジ18が設けられ、2つの辺部材12、14が回動可能に連結される。辺部材14と辺部材16の端部14b、16aにも同様にヒンジ20が設けられる。ヒンジの設けられない端部12b、16bは、組み立て時に断面12c、16cが接合できるように、辺部材12、16の長手方向に対して約60度だけ傾斜した面で切断された形状を有し、頂点部15は鋭角を成している。

【0035】図7は頂点部15の構成を示す部分拡大図である。図7で示すように、断面12cには円柱状の凸部22が、断面16bには凸部22に嵌合可能な孔24がそれぞれ設けられる。凸部22と孔24が嵌合することにより、断面12c、16cが接合し、ターゲット1

0の外輪郭が略三角形になるよう組み立てられる。

【0036】図8はターゲット10を頂点部15側から見た側面図である。ターゲット10の表面には、基準平面P（図中、二点鎖線で示される）を定義するための基準点30、32、34が示され、これら基準点30、32、34を明確に識別するために基準点識別部材40、42、44がそれぞれ設けられる。基準点識別部材40、42、44は、例えば表面に高反射率の反射シートが添付された三角錐のアクリル樹脂である。なお形状、材質などはこれに限定されることはなく、基準点が明確に識別できる構成であればよい。

【0037】図6に示すように基準点識別部材40は端部12bの上に設けられる。同様に、基準点識別部材42、基準点識別部材44は端部14a、端部14bの上にそれぞれ設けられる。基準点識別部材40、42、44の三角錐の頂点は基準点30、32、34として識別され、基準点30、32、34により基準形状S（図中、二点鎖線で示される）、即ち正三角形が定義される。基準形状Sの大きさ、即ち各基準点間の距離は特に限定されないが、基準点間距離が大きい方が測距精度が高くなるので、基準点識別部材40、42、44は各辺部材の端部12b、14b、16bに設けられることが好ましい。また、基準形状Sは正三角形に特に限定されるものではなく、基準点を4点以上設け四角形などにしてもよい。

【0038】図8に明らかなように、辺部材12の板厚は辺部材14より薄く、基準点識別部材40の高さは、基準点30、32、34の水平面からの高さが同じになるように、基準点識別部材42、44よりも大きく形成される。したがって、基準点30、32、34から定義される基準平面Pは、載置した道路面に対し常に平行となる。

【0039】図9はターゲット10を折り畳んだ状態を、基準点識別部材40、42、44の設けられていない側から見た図である。凸部22が孔24から外され、ヒンジ18、20により辺部材12、16が回動させられると、図9のように運びやすい形状となる。

【0040】このように、第1実施形態の写真測量用ターゲットは運搬時に折り畳まれるので運びやすく、また写真測量用ターゲットを使用する場合には、辺部材12、16を回動させて凸部22を孔24に嵌合させるだけで簡単に組み立てられる。また写真測量用ターゲットは一度組み立てられると辺部材12、14、16は一体的に連結されているので、基準形状Sを変えることなく移動できる。写真測量用ターゲットは前述したように、基準平面を規定すると同時に、基準点間距離（ターゲットの辺長さ）が一定な基準形状を有することから、写真測量において2枚の画像から容易に被写体を図化できる。

【0041】図10から図12には第2実施形態である

写真測量用ターゲットが示される。ターゲット10は4本の辺部材50、52、54、56を有する。辺部材50、56をそれぞれ三角形の一辺とし、辺部材50、56の半分の長さを有する辺部材52、54を2本連結して一辺として、正三角形が形成される。

【0042】辺部材50、52、56にはそれぞれ基準点識別部材40、42、44が設けられ、これらの基準点識別部材40、42、44は基準形状Sである正三角形を形成している。基準点識別部材40、42、44の構成は、3つとも大きさが等しいことを除けば第1実施形態と実質的に同一であり(図6参照)、ここでは詳述しない。

【0043】ターゲット10の頂点部15、17、19の3点と、辺部材52と辺部材54との中間連結部21にはヒンジ51、53、55、57がそれぞれ設けられる。辺部材50と辺部材52は、ヒンジ53を中心に互いが形成する狭角 $\alpha$ を狭める方向に回動可能である。同様に、辺部材54と辺部材56、辺部材56と辺部材50はそれぞれ互いの成す狭角が狭められる方向に回動する。また、中間連結部21は矢印Bで示す方向に移動可能である。

【0044】図11は中間連結部21の近傍を拡大して示す斜視図である。辺部材52と辺部材54は中間連結部21の側面においてヒンジ57により連結され、このヒンジ57を支点にターゲット10の中心側(図10参照)へ回動可能である。使用時にターゲット10の形状を保持するために、中間連結部21にはA方向に摺動可能なカバー60が設けられる。

【0045】辺部材52、辺部材54にはそれぞれカバー60の位置を規制するためのストッパ62、64が設けられる。カバー60が図10に示す固定位置にあるとき、辺部材52、54は回動できず、ターゲット10は形状が保持される。またカバー60が図11に示す解放位置にあるとき、辺部材52、54は回動可能でありターゲット10は図12に示すように折り畳まれる。

【0046】図13及び図14には第3実施形態である写真測量用ターゲットが示される。ターゲット10は、正方形断面の3本の角柱材70、72、74と、これらの角柱材70、72、74の一端部70a、72a、74aをそれぞれ結合させる結合部材78とを有する。角柱材70、72、74の形状または長さなどは特に限定されないが、3本とも同形状であることが好ましく、さらに組立を簡便にするために左右上下の区別がない断面を有することが好ましい。

【0047】結合部材78は円板形状をしており、角柱材70、72、74をそれぞれ嵌合するための溝部78a、78b、78cを有する。溝部78a、78b、78cは、結合部材78の中心に対して90度毎に設けられ、結合部材78の外周面から中心に向かって穿設される。図13は組み立てたときの状態を示し、図14は分

解したときの状態を示す。

【0048】ターゲット10の表面に設けられる基準点は、角柱材70、72、74の結合部材78に嵌合されない他方の端部70b、72b、74bである。端部70b、72b、74bにより、基準形状Sである二等辺三角形が定義される。なお、基準点には、第1実施形態で示した反射鏡などの基準点識別部材を設けてもよい。また、第1実施形態と同様に、基準点の位置及び、基準形状は上述するものに限定されない。

【0049】このように第3実施形態の写真測量用ターゲットは、結合部材78に角柱材70、72、74を差し込むだけでよく、また角柱材70、72、74は左右上下の区別がないので、どちらの端部を結合部材78に差し込んでもよく、組立が簡便である。運搬する場合はこれらの結合を外すだけでよく、4つの部材70、72、74、78を分解した状態で運べる。さらに第1及び第2実施形態と同様に、演算のための一定の基準形状、および正確な基準平面を確実に得ることができる。

【0050】図15及び図16には第4実施形態である写真測量用ターゲットが示される。ターゲット10は角柱材が4本であり、溝部が4つ設けられること以外は第3実施形態と実質的に同一であり、ここでは詳述しない。なお第3実施形態と対応する部材には符号に10を加算して示す。

【0051】以上のように、各実施形態は折り畳んだり、分解することにより運搬を容易にし、また道路面に対して平行な基準平面、及び一定の基準形状を確実に得ることができる写真測量用ターゲットである。

【0052】

【発明の効果】本発明によると組立が簡単、かつ運搬が容易な写真測量用ターゲットを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態である写真測量用ターゲットと被写体とカメラとの位置関係を示す斜視図である。

【図2】第1及び第2のカメラ位置から撮影したときの画像を示す図である。

【図3】基準点とその像点と投影中心との位置関係を3次元座標で示す図である。

【図4】基準形状を含む平面に基づく3次元座標を示す図である。

【図5】2枚の画像から被写体の平面図を得るステップを示すフローチャートである。

【図6】本発明による写真測量用ターゲットの第1実施形態を示す上面図である。

【図7】図6に示す写真測量用ターゲットの頂点部を拡大して示す斜視図である。

【図8】図6に示す写真測量用ターゲットの頂点部から見た側面図である。

【図9】図6に示す写真測量用ターゲットを折り畳んだ状態の底面図である。

11

【図10】本発明による写真測量用ターゲットの第2実施形態を示す上面図である。

【図11】図10に示す写真測量用ターゲットの中折れ部を拡大して示す斜視図である。

【図12】図10に示す写真測量用ターゲットを折り畳んだ状態の上面図である。

【図13】本発明による写真測量用ターゲットの第3実施形態を示す上面図である。

【図14】図13に示す写真測量用ターゲットの分解斜視図である。

【図15】本発明による写真測量用ターゲットの第4実施形態を示す図である。

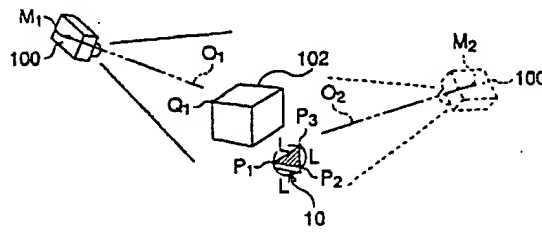
12

【図16】図15に示す写真測量用ターゲットの分解斜視図である。

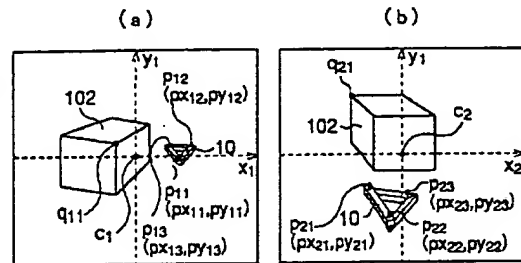
【符号の説明】

- 10 ターゲット  
12、14、16 辺部材  
21 中間連結部  
18、20、51、53、55、57 ヒンジ  
40、42、44 基準点識別部材  
60 カバー  
10 70、72、74、80、82、84、86 角柱材  
78、88 結合部材  
100 カメラ

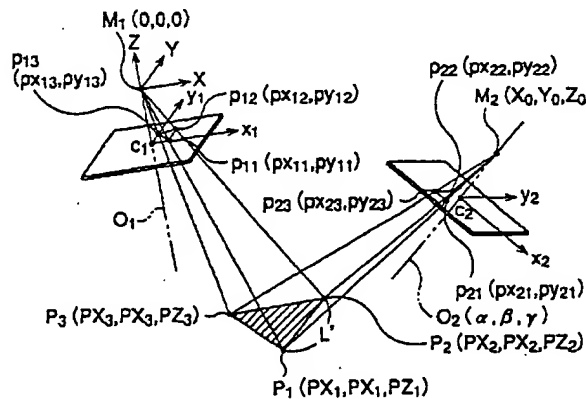
【図1】



【図2】



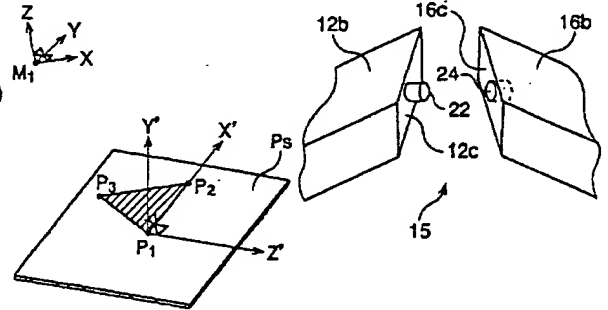
【図3】



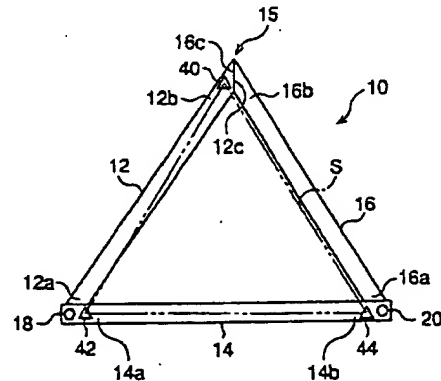
【図4】



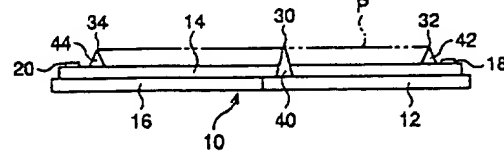
【図7】



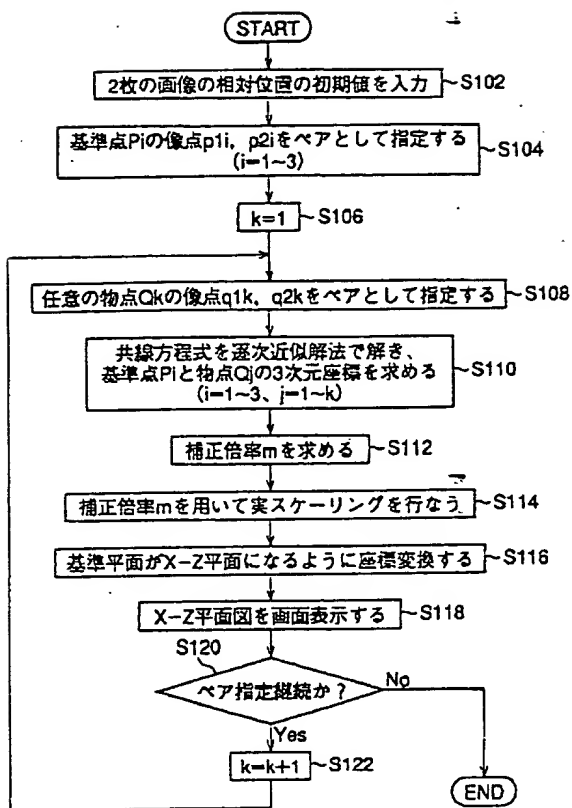
【図6】



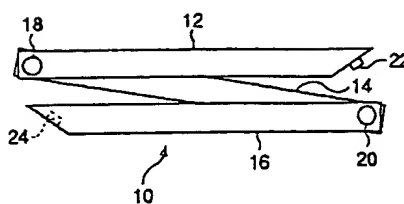
【図8】



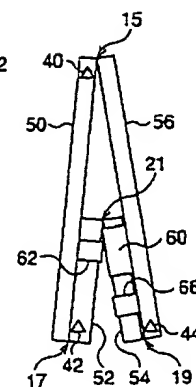
【図5】



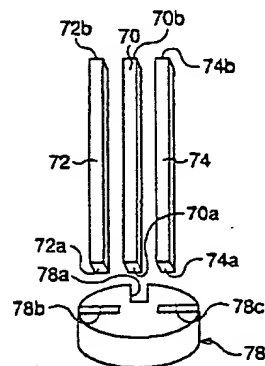
【図9】



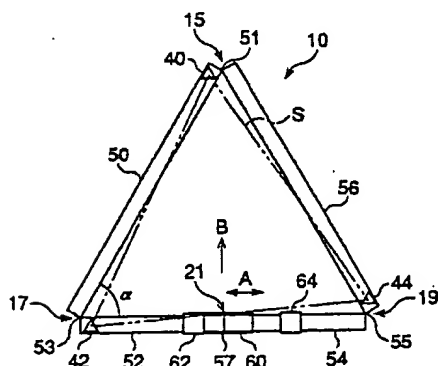
【図12】



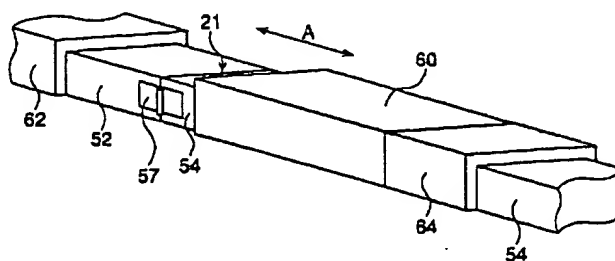
【図14】



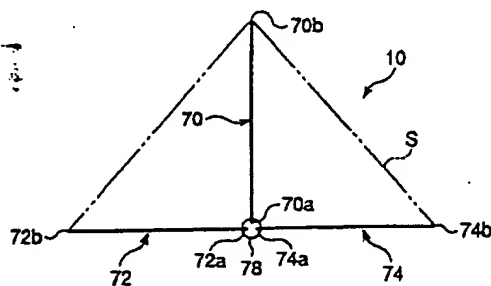
【図10】



【図11】

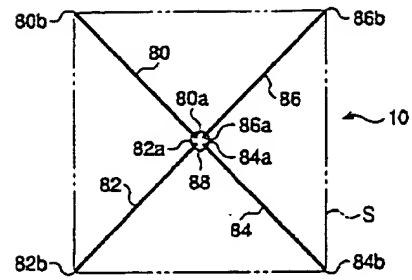


【図13】

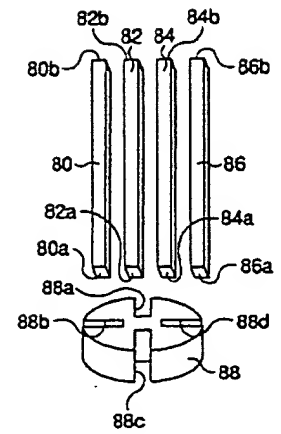




【図15】



【図16】



(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-174563

(43)公開日 平成7年(1995)7月14日

(51)Int.Cl.

G01C 15/06

11/00

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 FD (全5頁)

(21)出願番号 特願平5-344006

(22)出願日 平成5年(1993)12月17日

(71)出願人 000174943

三井建設株式会社

東京都千代田区岩本町3丁目10番1号

(72)発明者 桜井 浩

千葉県流山市駒木518番地1号 三井建設  
株式会社技術研究所内

(72)発明者 高田 知典

千葉県流山市駒木518番地1号 三井建設  
株式会社技術研究所内

(72)発明者 掛橋 孝夫

千葉県流山市駒木518番地1号 三井建設  
株式会社技術研究所内

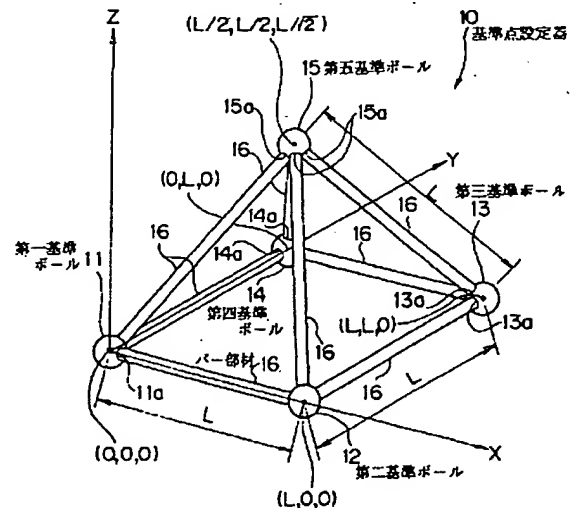
(74)代理人 弁理士 相田 伸二 (外1名)

(54)【発明の名称】写真測量の基準点設定器

(57)【要約】

【目的】被写体に基準点を容易且つ迅速に設定し得る基準点設定器を提供する

【構成】基準点設定器10は、均一な長さに形成された八本の丸棒状の棒部材16と、五個の球形の第一乃至第五基準ボール11~15を有しており、第一乃至第五基準ボール11~15は、四角錐の五つの頂点に配置されている。そして、八本の棒部材16は、隣合う第一乃至第五基準ボール11~15をそれぞれ接続しており、隣合う第一乃至第五基準ボール11~15の各中心間の間隔は、全て、等しい間隔Lに設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】三個以上の基準点指示部材を有し、前記三個以上の基準点指示部材に、接続部材を、前記各基準点指示部材の相対位置を所定の位置関係に設定する形で設けて構成した写真測量の基準点設定器。

【請求項2】高さ調整手段を、前記基準点指示部材の設置高さを調整自在なるように設けて構成した請求項1記載の写真測量の基準点設定器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、写真測量において、被写体に基準点を容易且つ迅速に設定し得る基準点設定器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】写真測量においては、地形等の被写体をステレオ撮影した第一写真画像及び第二写真画像上で、明瞭に同一点であると識別出来る点であり、且つ、三次元座標の既知なる点である基準点が、三点以上必要である。よって、被写体には、予め三点以上の基準点を設定しておかなければならない。そこで、従来は、被写体上において、ステレオ撮影した際に第一写真画像及び第二写真画像上に明瞭に撮影され得る点を三点以上、基準点として選定した後、地上座標における該各基準点の三次元座標位置を測定し、該各基準点に、ステレオ撮影した各写真画像上で基準点と識別し得るようなマークを設けていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、基準点の設定のために、被写体上において、ステレオ撮影した際に第一写真画像及び第二写真画像上に明瞭に撮影され得る点を三点以上、基準点として選定し、地上座標における該各基準点の三次元座標位置を測定し、該各基準点に、ステレオ撮影した各写真画像上で基準点と識別し得るようなマークを設けることは、手間暇のかかる煩雑な作業であるという問題を有している。本発明は、上記事情に鑑み、被写体に基準点を容易且つ迅速に設定し得る基準点設定器を提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明のうち第一の発明は、三個以上の基準点指示部材(11、12、13、14、15)を有し、前記三個以上の基準点指示部材(11、12、13、14、15)に、接続部材(16)を、前記各基準点指示部材(11、12、13、14、15)の相対位置を所定の位置関係に設定する形で設けて構成される。本発明のうち第二の発明は、前記第一の発明において、高さ調整手段(51、52、53、54)を、前記基準点指示部材(11、12、13、14)の設置高さを調整自在なるように設けて構成される。なお、( )内の番号等は、図面における対応する要素を示す、便宜的なものであり、従って、本記述は図

面上の記載に限定拘束されるものではない。以下の「作用」の欄についても同様である。

## 【0005】

【作用】上記した構成により、本発明のうち第一の発明は、前記各基準点指示部材(11、12、13、14、15)の相対位置を所定の位置関係に設定する形で設けられているので、本発明の基準点設定器(10、50)に三次元座標(X、Y、Z)を適宜設定することにより、各基準点指示部材(11、12、13、14、15)の座標位置(0、0、0)、(L、0、0)、(0、L、0)、(L、L、0)、(L/2、L/2、L/√2)を決め得るように、また、本発明の基準点設定器(10)を、前記三次元座標(X、Y、Z)と共に被写体(1)上に設置することにより、三個以上の基準点指示部材(11、12、13、14、15)を、それぞれ三次元座標位置の既知な基準点として被写体(1)に設定し得るように作用する。また、本発明のうち第二の発明は、高さ調整手段(51、52、53、54)により、各基準点指示部材(11、12、13、14)の高さ調整を容易に行ない得るように作用する。

## 【0006】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき説明する。図1は、被写体に設置された、本発明の基準点設定器の一実施例及び該被写体をステレオ撮影した写真画像を示す図である。図2は、本発明の基準点設定器の一実施例を示す拡大図である。図3は、本発明の基準点設定器の別の実施例を示す図である。

【0007】図1に示すように、被写体1である池1a及び小山1bを有する地形には、正方形の底面を有する四角錐を形作る基準点設定器10が設けられている。基準点設定器10は、図2に示すように、均一な長さで形成された八本の丸棒状のバー部材16と、五個の球形の第一乃至第五基準ボール11～15を有しており、第一乃至第五基準ボール11～15は、四角錐の五つの頂点に配置されている。そして、八本のバー部材16は、隣合う第一乃至第五基準ボール11～15をそれぞれ接続しており、隣合う第一乃至第五基準ボール11～15の各中心間の間隔は、全て、等しい間隔Lに設けられている。また、第一乃至第五基準ボール11～15には、バー部材16を着脱し得る接続穴11a～15aが、それぞれ三乃至四個設けられており、バー部材16は、該接続穴11a～15aに着脱自在に接続されている。尚、四角錐の底面の各頂点に位置する第一乃至第四基準ボール11～14には、バー部材16を着脱し得る接続穴11a～14aが三個ずつ形成されており、四角錐の頂部に位置する第五基準ボール15には、バー部材16を着脱し得る接続穴15aが四個形成されている。

【0008】また、基準点設定器10には、図1乃至図2に示すように、三次元座標(X、Y、Z)が設定されており、該三次元座標(X、Y、Z)の原点(0、0、

0)は、四角錐の底面の頂点の内の一つである第一基準ボール11の中心に位置している。三次元座標(X、Y、Z)のX軸は、同じく四角錐の底面の頂点の内の一つである第二基準ボール12の中心を通っており、第二基準ボール12の中心の座標は、隣合う第一乃至第五基準ボール11~15の各中心間の間隔が全て等しい間隔Lで設けられていることから、(L、0、0)である。また、三次元座標(X、Y、Z)のY軸は、同じく四角錐の底面の頂点の内の一つである第四基準ボール14の中心を通っており、第四基準ボール14の中心の座標は、隣合う第一乃至第五基準ボール11~15の各中心間の間隔が全て等しい間隔Lに設けられていることから、(0、L、0)である。また、第三基準ボール13の中心の座標は、同様にして、(L、L、0)であり、四角錐の頂部に位置する第五基準ボール15の中心の座標は、 $(L/2, L/2, L/\sqrt{2})$ である。

【0009】また、図1には、被写体1である池1a、小山1bを有する地形、及び該地形上に設けられた基準点設定器10をステレオ撮影した第一及び第二写真画像Ph1、Ph2が描写されている。

【0010】基準点設定器10等は、以上のような構成を有するので、池1a、小山1b等を有する被写体1の三次元形状を検出しようとする際には、図1に示すように、被写体1である池1a及び小山1bを有する地形に、基準点設定器10の第一乃至第五基準ボール11~15、一部材16を、四角錐状に組み立てる。すると、基準点設定器10には三次元座標(X、Y、Z)が設定されているので、該三次元座標(X、Y、Z)を被写体1に設定することが出来る。また、該三次元座標(X、Y、Z)において基準点設定器10の第一乃至第五基準ボール11~15の中心の座標(0、0、0)、(L、0、0)、(L、L、0)、(0、L、0)、 $(L/2, L/2, L/\sqrt{2})$ は、既知であるので、該第一乃至第五基準ボール11~15を基準点とすることが出来る。従って、基準点設定器10と共に被写体1を図示しないデジタルスチールカメラ等のカメラにより、ステレオ撮影すると、その第一写真画像Ph1と第二写真画像Ph2上において、基準点設定器10の第一乃至第五基準ボール11~15である基準点を検出することが出来る。よって、公知な写真測量方法により、基準点設定器10に設定された三次元座標(X、Y、Z)空間における、被写体1の三次元形状を検出することが出来る。従って、本発明によれば、基準点設定器10を一つ設置するだけで三次元座標の既知な基準点である、第一乃至第五基準ボール11~15を設定出来るので、従来のように、基準点の設定のために、被写体上において、ステレオ撮影した際に第一写真画像及び第二写真画像上に明瞭に撮影され得る点を三点以上、基準点として選定し、地上座標における該各基準点の三次元座標位置を測定し、該各基準点に、ステレオ撮影した各写真画像上で

基準点と識別し得るようなマークを設ける場合に比して、被写体に基準点を容易且つ迅速に設定することが出来る。

【0011】尚、前記三次元座標(X、Y、Z)は、緯度、経度、標高等からなる地上座標(Xr、Yr、Zr)ではないので、地上座標(Xr、Yr、Zr)に対する被写体1の位置関係を検出してはいない。しかし、被写体1の三次元形状が必要な場合に、どうしても地上座標(Xr、Yr、Zr)で写真測量を行なわなくてはならない理由はない。そこで、もし、地上座標(Xr、Yr、Zr)に対する被写体1の位置関係を検出する必要がある場合には、基準点設定器10を、基準点設定器10の三次元座標(X、Y、Z)の原点(0、0、0)、即ち、第一基準ボール11の中心を、地上座標(Xr、Yr、Zr)上の既知点(x0、y0、z0)に設置し、基準点設定器10の三次元座標(X、Y、Z)のX軸、即ち、第一基準ボール11の中心と第二基準ボール12の中心を結ぶ直線を、Xr軸に平行に設け、基準点設定器10の三次元座標(X、Y、Z)のY軸、即ち、第一基準ボール11の中心と第四基準ボール14の中心を結ぶ直線を、Yr軸に平行に設けることにより、容易に検出演算することが出来る。なぜならば、前記のように設置することにより、地上座標(Xr、Yr、Zr)と、基準点設定器10の三次元座標(X、Y、Z)との間には、以下のような関係式が成り立つからである。

$$Xr = X + x0$$

$$Yr = Y + y0$$

$$Zr = Z + z0$$

従って、基準点となる、第一乃至第五基準ボール11~15の中心の、地上座標(Xr、Yr、Zr)における座標位置は、第一基準ボール11が(x0、y0、z0)、第二基準ボール12が(x0+L、y0、z0)、第三基準ボール13が(x0+L、y0+L、z0)、第四基準ボール14が(x0、y0+L、z0)、第五基準ボール15が(x0+L/2、y0+L/2、z0+L/√2)となる。また、地上座標(Xr、Yr、Zr)に対する被写体1の位置関係を検出する際には、上記実施例中の基準点設定器10に代えて、図3に示す基準点設定器50を用いることにより、その設置を更に容易にすることが出来る。その基準点設定器50は、上記実施例中の基準点設定器10の第一~第四基準ボール11~14の下部に、該第一~第四基準ボール11~14をそれぞれ支持する第一~第四ねじ式脚51~54を設ける形に形成されており、第一~第四ねじ式脚51~54は、円盤状の接地盤51a~54aと、該接地盤51a~54aに固定立設されたねじ棒51b~54bを有している。第一~第四ねじ式脚51~54は、前記ねじ棒51b~54bにより第一~第四基準ボール11~14の下部に螺着しており、第一~第四ねじ

式脚 51~54 は、その接地盤 51a~54a、従って、ねじ棒 51b~54b を、ねじ棒軸心 CT1~CT4 を中心として、図 3 矢印 A、B 方向に回転することにより、前記接地盤 51a~54a に対する第一~第四基準ボール 11~14 の高さ位置を図 3 矢印 C、D 方向に移動位置決めして調整し得るように設けられている。また、基準点設定器 50 の第一基準ボール 11 と第二基準ボール 12 とを接続するバー部材 16 と、第一基準ボール 12 と第四基準ボール 14 とを接続するバー部材 16 には、それぞれ、気泡管 55、56 が、各バー部材 16、16 の水平を検出し得る形で設けられている。また、第一基準ボール 11 と第二基準ボール 12 とを接続するバー部材 16 の中心線には、基準点設定器 50 に設定された三次元座標 (X、Y、Z) の X 軸が、第一基準ボール 12 と第四基準ボール 14 とを接続するバー部材 16 の中心線には、その Y 軸が設定されているので、両気泡管 55、56 を見ながら、第一~第四ねじ式脚 51~54 により、第一~第四基準ボール 11~14 の高さ位置を調整することにより、前記二本のバー部材 16、16、従って、前記 X、Y 軸を容易に水平にすることが出来る。従って、前記のように基準点設定器 50 の第一基準ボール 11 の中心を、地上座標 (X<sub>r</sub>、Y<sub>r</sub>、Z<sub>r</sub>) 上の既知点 (x0、y0、z0) に設置した後に、基準点設定器 50 の三次元座標 (X、Y、Z) の X 軸及び Y 軸を、地上座標 (X<sub>r</sub>、Y<sub>r</sub>、Z<sub>r</sub>) の、水平な軸である X<sub>r</sub> 軸及び Y<sub>r</sub> 軸に平行に設ける際には、前記のように X 軸及び Y 軸を容易に水平にすることが出来るので、X 軸及び Y 軸を X<sub>r</sub> 軸及び Y<sub>r</sub> 軸に平行にセッティングする過程を容易に行なうことが出来る。

【0012】また、基準点設定器 10 は、第一乃至第五基準ボール 11~15 と、バー部材 16 を接続、分離することにより、容易に組立、解体を行なうことが出来るので持ち運びが容易である。

【0013】尚、上記実施例中の基準点設定器 10 は、隣合う第一乃至第五基準ボール 11~15 の間隔が全て、等しい間隔 L である四角錐状に設けたが、三個以上の基準ボールを有し、該各基準ボールが所定の相対位置に設けられている限りにおいて、如何なる形状であっても良いことは勿論である。

【0014】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のうち第一の発明によれば、三個以上の、第一基準ボール 11、第二基準ボール 12、第三基準ボール 13、第四基準ボール 14、第五基準ボール 15 等の基準点指示部材を有し、前記三個以上の基準点指示部材に、バー部材 16 等の接続部材を、前記各基準点指示部材の相対位置を所定の位置関係に設定する形で設けて構成したので、前記各基準点指示部材の相対位置を所定の位置関係に設定する

形で設けられていることから、三次元座標 (X、Y、Z) を本発明の基準点設定器 10 等の基準点設定器に適宜設定すると、各基準点指示部材の座標位置 (0、0、0)、(L、0、0)、(0、L、0)、(L、L、0)、(L/2、L/2、L/√2) 等の座標位置を直ちに決めることが出来る。そして、該三次元座標の設定された基準点設定器を、その三次元座標と共に写真測量すべき被写体 1 等の被写体に設置する。すると、三個以上の前記基準点指示部材を、それぞれ三次元座標位置の既知な基準点として設定することが出来る。従って、従来のように、基準点の設定のために、前記被写体上において、第一写真画像及び第二写真画像上に明瞭に撮影され得る点を三点以上、基準点として選定し、該各基準点の地上座標における三次元座標位置を測定し、該各基準点に、前記各写真画像上で基準点と識別し得るようなマークを設ける場合に比して、被写体に容易且つ迅速に基準点を設定することが出来る。また、本発明のうち第二の発明によれば、前記第一の発明において、第一~第四ねじ式脚 51、52、53、54 等の高さ調整手段を、前記基準点指示部材の設置高さを調整自在なるように設けて構成したので、前記第一の発明に示した効果に加え、前記高さ調整手段により、前記各基準点指示部材の高さ調整を容易に行なうことが出来る。よって、前記各基準点指示部材を、地上座標 (X<sub>r</sub>、Y<sub>r</sub>、Z<sub>r</sub>) 等の地上座標上の既知点に設定し、前記各基準点指示部材を写真測量における基準点とし、前記地上座標における被写体 1 等の被写体の三次元座標位置を検出しようとする場合には、前記各基準点指示部材の、前記地上座標上の既知点への設定を容易にすることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1、被写体に設置された、本発明の基準点設定器の一実施例及び該被写体をステレオ撮影した写真画像を示す図である。

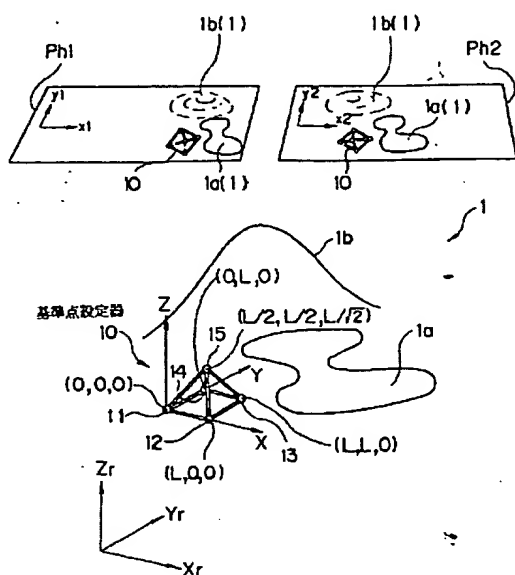
【図 2】図 2 は、本発明の基準点設定器の一実施例を示す拡大図である。

【図 3】図 3 は、本発明の基準点設定器の別の実施例を示す図である。

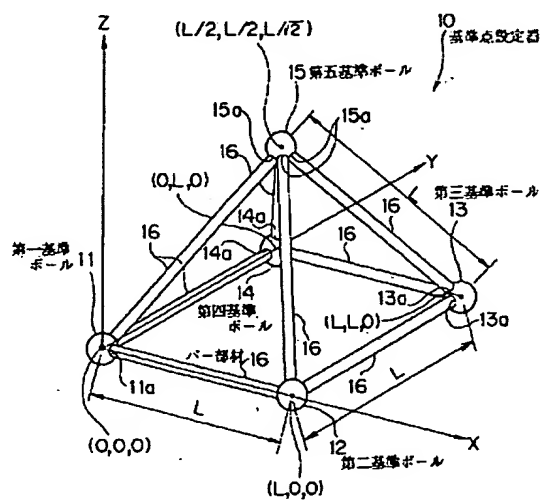
【符号の説明】

- 11 ……基準点指示部材 (第一基準ボール)
- 12 ……基準点指示部材 (第二基準ボール)
- 13 ……基準点指示部材 (第三基準ボール)
- 14 ……基準点指示部材 (第四基準ボール)
- 15 ……基準点指示部材 (第五基準ボール)
- 16 ……接続部材 (バー部材)
- 51 ……高さ調整手段 (第一ねじ式脚)
- 52 ……高さ調整手段 (第二ねじ式脚)
- 53 ……高さ調整手段 (第三ねじ式脚)
- 54 ……高さ調整手段 (第四ねじ式脚)

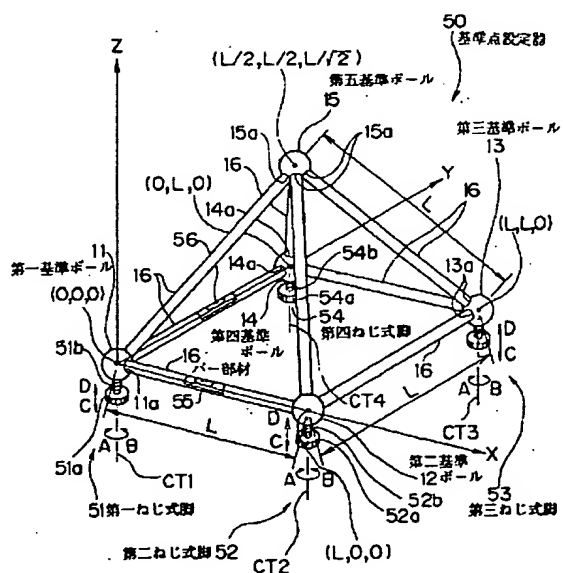
【図 1】



【図 2】



【図 3】



*Date: October 7, 1999*

### *Declaration*

*I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Laid-open Patent No. Hei-7-174563 laid open on July 14, 1995.*

  
*Michihiko Matsuba*

*Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.*

Reference point setter for photogrammetry  
Japanese Laid-open Patent No. Hei-7-174563  
Laid open on: July 14, 1995  
Application No.: Hei-5-344006  
Filed on: December 17, 1993  
Applicant: 000174943

Mitsuikensetsu Kabushiki Kaisha

Inventor: Hiroshi SAKURAI

Tomonori TAKADA

Takao KAKEHASHI

Patent Attorney: Shinji AIDA, et al.

#### SPECIFICATION

##### [TITLE OF THE INVENTION]

Reference point setter for photogrammetry

##### [Abstract]

[Object] To provide a reference point setter which allows for setting readily and immediately reference points to an object.

[Construction] A reference point setter 10 comprises eight round-bar-shaped bar members 16 of an equal length, and five spherically-shaped first to fifth reference balls 11 through 15, disposed at five apexes of a quadrangular pyramid. The eight



bar members 16 connect adjacent the first to fifth reference balls 11 through 15 respectively, with all intervals between the centers of the adjacent first to fifth reference balls 11 through 15 being made equal to L.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] A photogrammetric reference point setter comprising three or more reference point directing members, wherein connecting members are provided to said three or more reference point directing members in such a manner as to dispose said respective reference point directing members in a predetermined configuration relative to each other.

[Claim 2] The photogrammetric reference point setter according to Claim 1, wherein height adjusting means are provided so as to enable a height of said reference point directing members to be adjustable.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical field of the invention] The present invention relates to a reference point setter which allows for setting readily and immediately reference points to an object in photogrammetry.

[0002]

[Prior Art] In photogrammetry, three or more reference points,

which can be clearly identified on first and second picture images in which an object such as geographic features or the like is stereophonically photographed and whose three-dimensional coordinates are known, are required. Thus, an object must have three or more reference points preset. Accordingly in the prior art, three or more points were selected on an object as reference points, the three or more points being able to be clearly photographed so as to appear on first and second picture images when stereophonically photographed. Thereafter, the three-dimensional coordinates of each of the reference points were measured in the ground coordinate system. Then, each of said reference points on each picture image was given a mark that could be identified as a reference point.

[0003]

[Themes Intended to be Solved by the Invention] However, this presented a problem of being a time-consuming and cumbersome operation to select three or more points as reference points on an object in order to set reference points, the three or more reference points being able to be clearly photographed so as to appear on first and second picture images when stereophonically photographed, the measuring of three-dimensional coordinates of each of said reference points in the ground coordinate system, and providing each of said

reference points with a mark that could be identified as a reference point on each picture image stereophonically photographed. In view of the aforementioned circumstances, the object of the present invention is to provide a reference point setter that allows for setting readily and immediately reference points to an object.

[0004]

[Means to Solve Themes] A first invention of the present invention is configured so as to comprise three or more reference point directing members (11, 12, 13, 14, and 15), wherein connecting members (16) are provided to said three or more reference point directing members (11, 12, 13, 14, and 15) in such a manner as to dispose said respective reference point directing members (11, 12, 13, 14, and 15) in a predetermined configuration relative to each other. A second invention of the present invention is configured so as to provide height adjusting means (51, 52, 53, and 54) so as to enable a height of said reference point directing members (11, 12, 13, and 14) to be adjustable. Incidentally, the numerals in ( ) correspond to the elements in the drawings. However, they are used only for convenience and thus this description is not limited to nor restrained by the contents of the drawings. The same holds true for the item of "Action" below.

[0005]

[Action] In accordance with the aforementioned configuration, since said respective reference point directing members (11, 12, 13, 14, and 15) are configured so as to be disposed in a predetermined configuration relative to each other, the first invention of the present invention acts so that the coordinates  $(0, 0, 0)$ ,  $(L, 0, 0)$ ,  $(0, L, 0)$ ,  $(L, L, 0)$ , and  $(L/2, L/2, L/\sqrt{2})$  can be determined by appropriately setting three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  to the reference point setters (10 and 50). Additionally, the first invention acts so that the three or more reference point directing members (11, 12, 13, 14, and 15) can be set to the object (1), respectively, as a reference point with the known three-dimensional-coordinates position by providing the reference point setter (10) of the present invention on the object (1), in conjunction with said three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$ . Furthermore, the second invention of the present invention acts so that the height adjusting means (51, 52, 53, and 54) can readily adjust the height of each of the reference point directing members (11, 12, 13, and 14).

[0006]

[Preferred Embodiment] The embodiments of the present

invention are to be explained below with reference to the drawings. Fig.1 is a view showing an embodiment of a reference point setter of the present invention disposed on an object, and picture images wherein said object is stereophonically photographed. Fig.2 is an enlarged view showing an embodiment of a reference point setter of the present invention. Fig.3 is a view showing another embodiment of a reference point setter of the present invention.

[0007] As shown in Fig.1, the geographic features with objects 1 of a pond 1a and a hill 1b are provided with a reference point setter 10 having the shape of a quadrangular pyramid with a square base. As shown in Fig.2, the reference point setter 10 has eight round-bar-shaped bar members 16 each of which is formed of an equal length, and five spherical first to fifth reference balls 11 through 15. The first to fifth reference balls 11 through 15 are disposed on the five apexes of the quadrangular pyramid, respectively. Additionally, the eight bar members 16 connect adjacent first to fifth reference balls 11 through 15, respectively. The intervals between the centers of adjacent first to fifth reference balls 11 through 15 are all configured to be equal to an interval of L. Moreover, the first to fifth reference balls 11 through 15 are provided with three to four connecting holes 11a through 15a, respectively,

to which the bar members 16 are detachably attached. The bar members 16 are detachably attached to said connecting holes 11a through 15a. Incidentally, the first to fourth reference balls 11 through 14, disposed at each apex of the base of the quadrangular pyramid, are provided with three connecting holes 11a through 14a, respectively, to which the bar members 16 are detachably attached. The fifth reference ball 15 disposed at the apex of the quadrangular pyramid is provided with four connecting holes 15a to which the bar members 16 are detachably attached.

[0008] Furthermore, as shown in Fig. 1 and Fig. 2, the reference point setter 10 is provided with three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$ . The origin  $(0, 0, 0)$  of said three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  is located at the center of the first reference ball 11, one of the apexes of the base of the quadrangular pyramid. The X-axis of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  passes through the center of the second reference ball 12, one of the apexes of the base of the quadrangular pyramid. The intervals between the centers of the adjacent first to fifth reference balls 11 through 15 are equal to an interval of  $L$ . Therefore, the coordinates of the center of the second reference ball 12 are equal to  $(L, 0, 0)$ . Similarly, the Y-axis of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$

passes through the center of the fourth reference ball 14, one of the apexes of the base of the quadrangular pyramid. The intervals between the centers of the adjacent first to fifth reference balls 11 through 15 are equal to an interval of  $L$ . Therefore, the coordinates of the center of the fourth reference ball 14 are equal to  $(0, L, 0)$ . In a similar manner, the coordinates of the center of the third reference ball 13 are  $(L, L, 0)$ , with the coordinates of the center of the fifth reference ball 15, which is disposed at the apex of the quadrangular pyramid, are  $(L/2, L/2, L/\sqrt{2})$ .

[0009] Furthermore, Fig.1 depicts the geographic features of the objects 1 of the pond 1a and the hill 1b, and first and second picture images Ph1 and Ph2, on which the reference point setter 10 provided on said geographic features is stereophonically photographed.

[0010] The reference point setter 10 and the like are configured as mentioned above. Thus, in order to detect three-dimensional features of the object 1 of the pond 1a or the hill 1b, the first to fifth reference balls 11 through 15 and the bar members 16 of the reference point setter 10 are built up in the shape of the quadrangular pyramid on the geographic features of the object 1 of the pond 1a and the hill 1b, as shown in Fig.1. Accordingly, since the reference point setter 10 is provided

with three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$ , said three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  can be set to the object 1. Moreover, since the coordinates of the centers of the first to fifth reference balls 11 through 15 of the reference point setter 10, namely,  $(0, 0, 0)$ ,  $(L, 0, 0)$ ,  $(L, L, 0)$ ,  $(0, L, 0)$ , and  $(L/2, L/2, L/\sqrt{2})$  are known in said three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$ , said first to fifth reference balls 11 through to 15 can be employed as reference points. Therefore, photographing the object 1 stereophonically together with the reference point setter 10 using a camera such as a digital still camera (not shown) or the like allows for detecting reference points of the first to fifth reference balls 11 through 15 of the reference point setter 10 in the first picture image Ph1 and the second picture image Ph2. Accordingly, in accordance with the publicly known photogrammetry, the three-dimensional features of the object 1 can be detected of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  provided on the reference point setter 10. Therefore, according to the present invention, providing only one reference point setter 10 allows for setting the first to fifth reference balls 11 through 15, as known reference points of the three-dimensional coordinates. For this reason, reference points can be more readily and immediately provided to an object compared with the prior art



wherein, in order for setting reference points, three or more points were selected on an object as reference points, the three or more points being able to be clearly photographed to appear on first and second picture images when stereophonically photographed; thereafter, the three-dimensional coordinates of each of the reference points were measured in the ground coordinate system; then, each of said reference points on each picture image stereophonically photographed was given with a mark that could be identified as a reference point.

[0011] Incidentally, since said three-dimensional coordinates (X, Y, Z) are not the ground coordinates (Xr, Yr, Zr) consisting of latitude, longitude, and altitude, the positional relationship of the object 1 is not detected with respect to the ground coordinates (Xr, Yr, Zr). However, when the three-dimensional features of the object 1 are required, there is no particular reason for performing photogrammetry in accordance with the ground coordinates (Xr, Yr, Zr). Accordingly, in the case where the positional relationship of the object 1 with respect to the ground coordinates (Xr, Yr, Zr) is required to be detected, the reference point setter 10 is set to the origin (0, 0, 0) of the three-dimensional coordinates (X, Y, Z) of the reference point setter 10, that is, the center of the first reference ball 11 is set to a known

point  $(x_0, y_0, z_0)$  in the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$ ; the X-axis of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  of the reference point setter 10, that is, the straight line passing through the center of the first reference ball 11 and the center of the second reference ball 12 is provided in parallel to the  $X_r$ -axis; and the Y-axis of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  of the reference point setter 10, that is, the straight line passing through the center of the first reference ball 11 and the center of the fourth reference ball 14 is provided in parallel to the  $Y_r$ -axis. This allows for readily detecting and computing the positional relationship of the object 1. This is because the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$  and the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  of the reference point setter 10 have the following relationship in the aforementioned configuration:

$$X_r = X + x_0,$$

$$Y_r = Y + y_0, \text{ and}$$

$$Z_r = Z + z_0.$$

Therefore, the positions of the centers of the first to fifth reference balls 11 through 15, the reference points, in the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$  are:

$(x_0, y_0, z_0)$  for the first reference ball 11,

$(x_0 + L, y_0, z_0)$  for the second reference ball 12,

$(x_0 + L, y_0 + L, z_0)$  for the third reference ball 13,  
 $(x_0, y_0 + L, z_0)$  for the fourth reference ball 14, and  
 $(x_0 + L/2, y_0 + L/2, z_0 + L/\sqrt{2})$  for the fifth reference ball  
15.

Additionally, in order to detect the positional relationship of the object 1 with respect to the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$ , a reference point setter 50 shown in Fig.3 can be used to further facilitate provisions in place of the reference point setter 10 in the aforementioned embodiment. The reference point setter 50 is configured so as to provide the first to fourth reference balls 11 through 14 of the reference point setter 10 of the aforementioned embodiment, on the lower portions thereof, with first to fourth screw-type legs 51 to 54 which support said first to fourth reference balls 11 through 14, respectively. The first to fourth screw-type legs 51 to 54 have disc-like grounding disks 51a to 54a, and screwed bars 51b to 54b which are perpendicularly fixed to said grounding disks 51a to 54a. The first to fourth screw-type legs 51 to 54 mate with the lower portions of the first to fourth reference balls 11 through 14 by means of said screwed bars 51b to 54b. The first to fourth screw-type legs 51 to 54 are configured such that rotating the grounding disks 51a to 54a, that is, the screwed bars 51b to 54b in the directions of the arrows

A and B, shown in Fig.3, with axis centers of the screwed bar CT1 to CT4 being as the centers thereof, allows for moving for positioning the height of the first to fourth reference balls 11 through 14 in the directions of the arrows C and D, shown in Fig.3, with respect to said grounding disks 51a to 54a. Additionally, a bar member 16 for connecting the first reference ball 11 and the second reference ball 12 of the reference point setter 50, and a bar member 16 for connecting the first reference ball 12 and the fourth reference ball 14 of the reference point setter 50 are provided, respectively, with bubble tubes 55 and 56 in a configuration of detecting the horizontal position of the respective bar members 16 and 16. Additionally, the X-axis of the three-dimensional coordinates (X, Y, Z) provided for the reference point setter 50 is set to the center line of the bar member 16 connecting the first reference ball 11 and the second reference ball 12, and the Y-axis of said coordinates is set to the center line of the bar member 16 connecting the first reference ball 12 and the fourth reference ball 14. Accordingly, the height of the first to fourth reference balls 11 through 14 is adjusted by means of first to fourth screw-type legs 51 to 54 referencing both bubble tubes 55 and 56. This facilitates placing said two bar members 16 and 16, that is, said X- and Y-axes in the

horizontal position. Thus, in the case where, as mentioned above, the center of the first reference ball 11 of the reference point setter 50 is set to a known point  $(x_0, y_0, z_0)$  in the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$ , and thereafter the X- and Y-axes of the three-dimensional coordinates  $(X, Y, Z)$  of the reference point setter 50 are provided in parallel to the horizontal  $X_r$ - and  $Y_r$ -axes of the ground coordinates  $(X_r, Y_r, Z_r)$ ; the X- and Y-axes can be readily placed in a horizontal position, whereby the process of setting the X- and Y-axes in parallel to the  $X_r$ - and  $Y_r$ -axes can be easily performed.

[0012] Furthermore, the reference point setter 10 can be easily carried because the first to fifth reference balls 11 through 15 and the bar members 16 can be connected and disconnected, and thus easily assembled or disassembled.

[0013] Incidentally, the reference point setter 10 of the aforementioned embodiment is configured in the shape of a quadrangular pyramid in which all the intervals of adjacent first to fifth reference balls 11 through 15 are equal to an interval of L. However, it is a matter of course to have any shape so long as the setter is provided with three or more reference balls and each of said reference balls is disposed at a predetermined relative position.

[0014]

[Effects of the Invention] As described above, according to the first invention of the present invention, the invention is configured to comprise three or more reference point directing members such as the first reference ball 11, the second reference ball 12, the third reference ball 13, the fourth reference ball 14, and the fifth reference ball 15; and is configured so that said three or more reference point directing members are provided with connecting members such as bar members 16 in a such manner that each of said reference point directing members is disposed in a predetermined positional relationship relative to each other. Consequently, setting the three-dimensional coordinates (X, Y, Z) as appropriate to reference point setter such as the reference point setter 10 or the like of the present invention allows for immediately determining the coordinate positions such as the coordinate positions of each of the reference point directing members, namely, (0, 0, 0), (L, 0, 0), (0, L, 0), (L, L, 0), and (L/2, L/2, L/√2) since each of said reference point directing members is configured to be set in a predetermined positional relationship relative to each other. Then, the reference point setter to which said three-dimensional coordinates have been set is provided on an object such as the object 1 or the like for which photogrammetry is

to be performed in conjunction with the three-dimensional coordinates. As such, said three or more reference point directing members can be set to positions, respectively, of the three-dimensional coordinates as known reference points. Therefore, reference points can be more readily and immediately provided to an object compared with the prior art wherein, in order for setting reference points, three or more points were selected on an object as reference points, the three or more points being able to be clearly photographed so as to appear on first and second picture images; thereafter, the three-dimensional coordinates of each of the reference points were measured in the ground coordinate system; then, each of said reference points on each picture image was given a mark that could be identified as a reference point. Furthermore, according to the second invention of the present invention, since height adjusting means such as first to fourth screw-type legs 51, 52, 53, and 54, or the like are configured so as to allow the setting height of said reference point directing members to be adjustable, the height of each of said reference point directing members can be easily adjusted by means of said height adjusting means in addition to the effects of said first invention. Therefore, when each of said reference point directing members is set to a known point in the ground

coordinates ( $X_r$ ,  $Y_r$ ,  $Z_r$ ) with each of said reference point directing members as a reference point in photogrammetry in order to detect the three-dimensional coordinate position of an object such as the object 1 in said ground coordinates, each of said reference point directing members can be easily set to a known point in said ground coordinates.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig.1] is a view showing an embodiment of a reference point setter of the present invention disposed on an object and picture images wherein said object is stereophonically photographed.

[Fig.2] is an enlarged view showing an embodiment of a reference point setter of the present invention.

[Fig.3] is a view showing another embodiment of a reference point setter of the present invention.

[Description of the Symbols]

- 11 Reference point directing members (First reference ball)
- 12 Reference point directing members (Second reference ball)
- 13 Reference point directing members (Third reference ball)
- 14 Reference point directing members (Fourth reference ball)
- 15 Reference point directing members (Fifth reference ball)
- 16 Connecting member (Bar member)
- 51 Height adjusting means (First screw-type leg)



52 Height adjusting means (Second screw-type leg)

53 Height adjusting means (Third screw-type leg)

54 Height adjusting means (Fourth screw-type leg)

FIG. 1

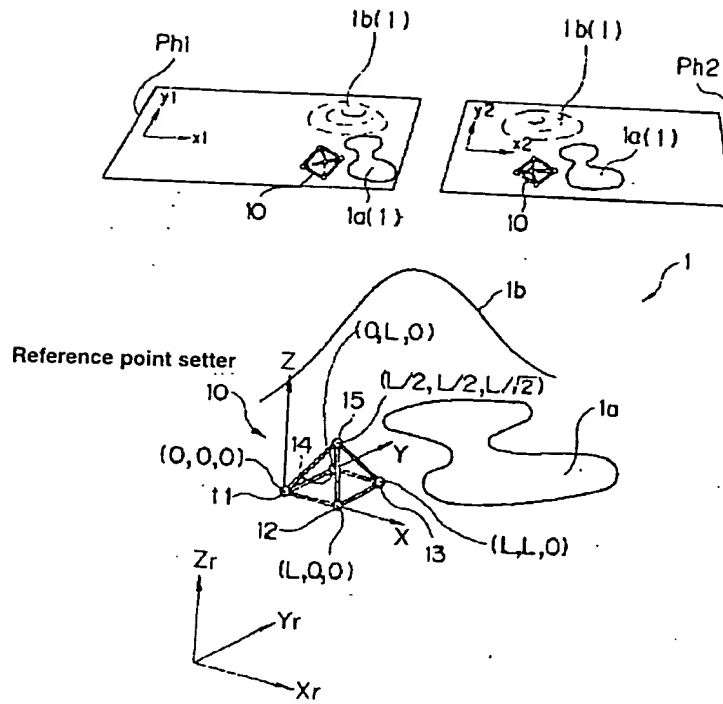
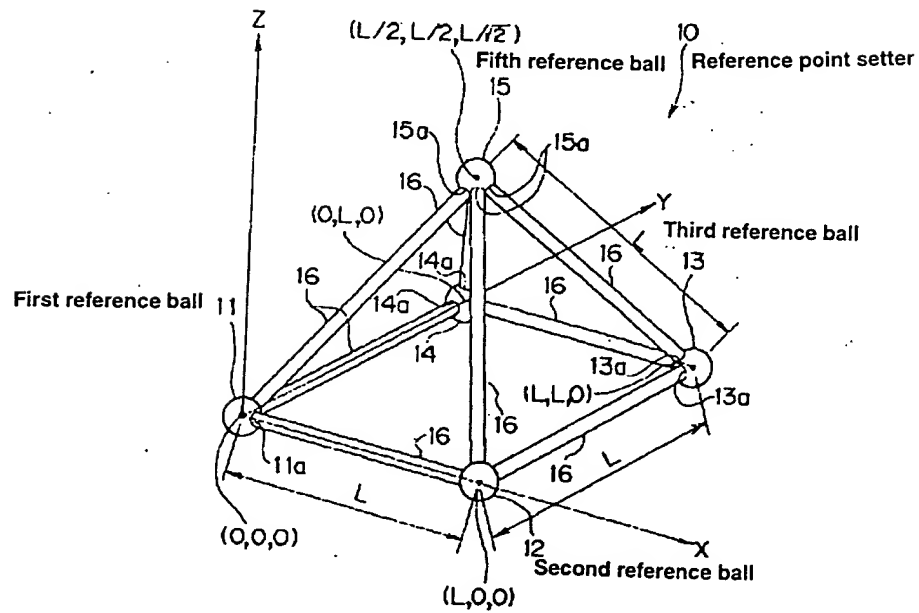


FIG. 2



14 Fourth reference ball

16 Bar member

FIG. 3

